УДК (591.483:591.472)599

Н. Н. Ильенко, Н. А. Сакун, Н. Ф. Жукова

ВЛИЯНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СМЕЩЕНИЙ ЦЕНТРА ТЯЖЕСТИ ТЕЛА СОБАК НА СТРУКТУРУ РЕЦЕПТОРОВ СУСТАВОВ КОНЕЧНОСТЕЙ

Для понимания механизма кинестезии необходимо знать морфологию и функцию различных проприоцепторов конечностей, их адаптационную изменчивость. Однако эти вопросы наименее изучены в проблеме кинестезии. Объективными методами изучения изменчивости рецепторов является экспериментальное изучение влияния различных по характеру, интенсивности и продолжительности нагрузок на структуру проприоцепторов опорно-двигательного аппарата (Оганесян, 1952; Polaček, 1956; Ильенко, 1971; Дробышев, Макаров, Петрухин, 1978; Дробышев, Макаров, Гайдамакин, 1978; Макаров, 1978; Приходько, 1978; Федоров и др., 1978). Подобные эксперименты позволяют уточнить представление о влиянии повышенной и пониженной (в обычных условиях, а также в условиях невесомости) локомоторной функции конечностей на морфологию рецепторов суставов. Целенаправленная тренировка животных в условиях усиления обычных и необычных функций конечностей и последующий гистологический контроль нервных структур суставов и мышц должны выявить определенные количественные и качественные адаптационные перестройки в нервных приборах, соответствующие этим нагрузкам. По этим изменениям можно с определенной достоверностью судить о том, какие именно рецепторы принимают участие в обеспечении той или иной функции конечностей и чем обусловлена их перестройка.

В этом плане нас интересовал вопрос, какие произойдут изменения в рецепторах суставов конечностей в случае периодических смещений центра тяжести тела животного, вызываемых шюттельаппаратом, и стремления животных обеспечить равновесие тела при этом. Проведено две серии экспериментов на щенках, у которых еще не успел сформироваться и закрепиться двигательный стереотип.

I с е р и я. Тренировка трех однопометных еще слепых, ползающих щенков проводилась по следующей схеме. Сначала проводились нерегулярные тренировки: в возрасте 8 и 9 дней щенков тренировали по 5 мин. в день; в возрасте 15 и 16 дней — по 15 мин., на 22 и 23-и сутки — по 30 мин. в день. С 27 дня животных тренировали регулярно по 35 мин. в день, к концу второго месяца — до 1 часа, а с середины третьего месяца — 1 час 30 мин. в день. Для устранения зрительного контроля на глаза животного начиная с четвертого дня регулярных тренировок одевали светонепроницаемую повязку. В 4-месячном возрасте эта группа животных была выведена из экспериментов. В состоянии непрерывной тренировки животные находились в общей сложности по 45 часов каждое.

II с е р и я. Четырех щенков из двух пометов в возрасте 21 дня тренировали без наложения повязки на глаза. Первые три дня щенков тренировали по 15 мин. в день, следующие три дня — по 20 мин., а затем по 30 мин. в день до 4-месячного возраста. Общая продолжительность

непрерывного пребывания каждого из них в состоянии тренировки — около 30 часов.

Три щенка были контрольными и содержались свободно в вольере.

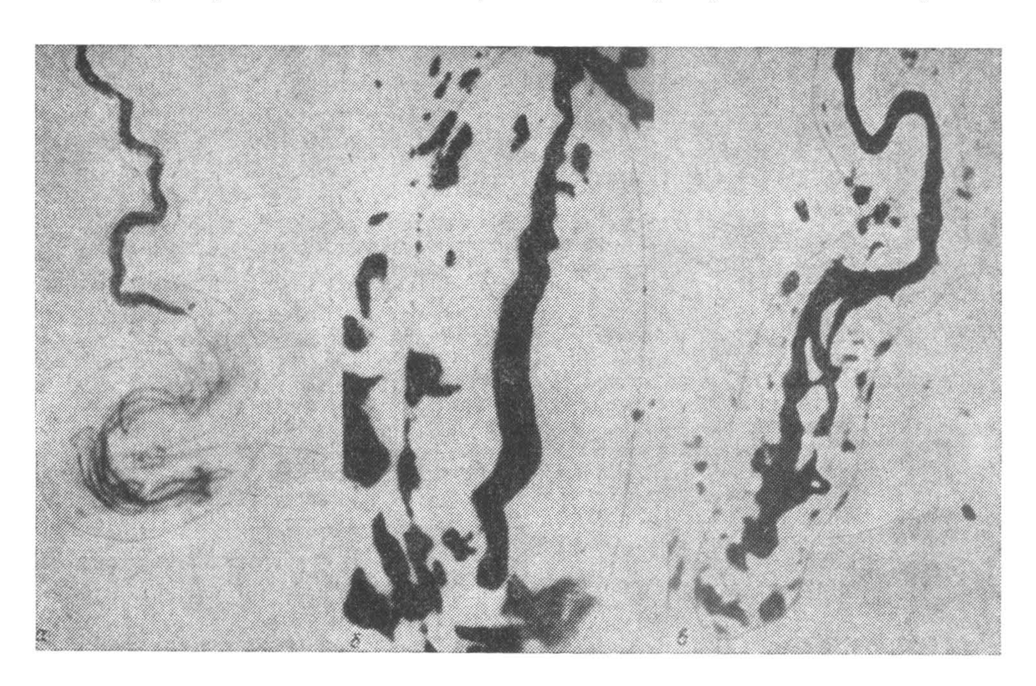
Тренировку щенков проводили следующим образом. Щенка ставили на горизонтальную площадку размером 30×40 см шюттельаппарата. Механизм аппарата устроен так, что его площадка совершает сложные колебательные движения в горизонтальной плоскости в двух направлениях с амплитудой 5 см и частотой 2 колебания в секунду. Во время работы аппарата возмущения со стороны площадки передаются на конечности щенка и его равновесие нарушается. Для сохранения равновесия в работу включаются мышцы конечностей и туловища щенка. За время эксперимента каждым животным 1-й группы совершено около 700 тыс. коррекций позы тела, а каждым животным 2-й группы — около 460 тыс. коррекций. После убоя животных проводили гистологическую обработку капсул плечевого, локтевого и запястного суставов. Срезы тканей импрегнировали азотнокислым серебром и докрашивали квасцовым кармином, а часть препаратов тотально окрашивали метиленовой синью.

Анализ гистологических препаратов показал, что в результате тренировки у животных по сравнению с контрольными заметно увеличивается количество нервных проводников и их окончаний на единицу площади капсулы, утолщаются мякотные нервные волокна. Так, если у контрольных щенков средний диаметр мякотных нервных волокон составлял 1,5±0,07 мкм; $\sigma \pm 0{,}524$ ($n=53$), то у тренированных соответственно 1,9±0,1 мкм; $\sigma \pm 0{,}041$ ($n=105$). Нервные волокна капсулы суставов у тренированных животных имеют более извитую структуру. Наряду с нормальными нервными волокнами у тренированных животных выявлены волокна с признаками вакуолизации, наплывов нейроплазмы, неравномерного утолщения нервных волокон. Последнее следует интерпретировать, очевидно, как разновидность гипернервии (Дробышев, 1969).

В суставах собак выявлено три типа нервных окончаний. Среди проанализированных 854 рецепторов нами выявлено: свободных — 133, несвободных — 347, инкапсулированных — 374. Особых изменений со стороны свободных рецепторов суставов тренированных животных не установлено (световая микроскопия). Зато в капсуле суставов этих животных заметно увеличилось количество несвободных кустиковидных и инкапсулированных рецепторов. Средние размеры инкапсулированных рецепторов тренированных щенков следующие: 167,6±8,9 мкм; $\sigma \pm 72{,}43$ ($n=66$) — длина и 21,7±1,2 мкм; $\sigma \pm 10{,}16$ ($n=66$) — поперечник. У контрольных животных соответственно 154,7±13,5 мкм; $\sigma \pm 63{,}3$ ($n=36$) — длина, 40,5±2,3 мкм; $\sigma \pm 10{,}8$ ($n=36$) — поперечник. Наблюдаются заметные изменения инкапсулированных рецепторов (колбы Краузе). Наружная капсула этих рецепторов остается без изменений. Заметные изменения наблюдаются в терминальном аппарате рецепторов. Если у контрольных животных мякотное нервное волокно при входе в капсулу рецептора теряет миелин, истончается, ветвится и оканчивается в виде кустика или клубочка (рисунок, *а*), то в капсулах суставов тренированных собак выявляются преимущественно (90%) измененные колбы Краузе. У них нервное волокно при подходе к рецептору истончается постепенно, а при входе в капсулу истончается резко за счет потери миелина, но затем также резко утолщается, очевидно, за счет утолщения осевого цилиндра нерва. Терминаль имеет вид стержня, который в среднем толще приводящего нерва (измерялась в центре инкапсулированного рецептора). Толщина приводящего нерва (перед входом его в инкапсулированный рецептор): 1,5±0,09 мкм; $\sigma \pm 0{,}739$ ($n=63$). Тол-

щина терминалей: 2,3±0,1 мкм; σ±0,828 (n=63). Иногда на апикальном конце терминалей имеются почкообразные выросты (рисунок, *б*). Толщина безмякотных терминалей рецепторов контрольных животных не превышает обычно 1 мкм. Особенно четко выражена эта картина у щенков 1-й группы.

Таким образом, можно констатировать, что под влиянием специфической тренировки животного произошла перестройка как в нервных



Колба Краузе у собак:
а — контроль, ув. 20×10; *б*, *в* — тренированных на шюттельаппарате, ув. 40×10.

проводниках, так и в рецепторах суставов. Эти изменения следует рассматривать как результат проявления модификационной изменчивости. Как и при беговой нагрузке (Ильенко, 1971) показано, что и в данном случае происходит увеличение числа нервных проводников капсулы сустава, утолщение мякотных нервных волокон, а также перестройка терминального аппарата инкапсулированных рецепторов. Однако характер изменения терминального аппарата рецепторов различный. Если нагрузка бегом на третбане приводит к увеличению числа терминалей рецепторов, то в данном эксперименте терминальный аппарат в большинстве случаев представлен лишь одной терминалью — сильно утолщенным стержнем.

SUMMARY

The microstructure of the thoracic limb joint capsule nerve components was studied in dog puppies trained by means of the shaker. The nerve structures were stained with silver nitrate according to the Bilshovsky-Gros technique and with methylene blue. It is determined that in trained animals the number of nerve conductors and their terminals per unit area of the joint capsule increases and medullated nerve fibres become thickened. The most distinct changes occured in the terminal apparatus of incapsulated receptors. Terminals of most incapsulated receptors have a form of a strongly thickened rod.

Дробышев В. И. Развитие иннервации крупных суставов конечностей в антенатальном онтогенезе человека: Автореф. дис. ... докт. мед. наук.— Воронеж, 1969.— 30 с.

Дробышев В. И., Макаров В. В., Петрухин С. В. Состояние интрамурального нервного аппарата крупных суставов конечностей черепах при сочетанном действии невесомости и ионизирующей радиации.— В кн.: Нервный аппарат суставов в норме и при действии экстремальных факторов.— Воронеж, 1978, с. 61—65.

Дробышев В. И., Макаров В. В., Гайдамакин Н. А. К вопросу о влиянии невесомости на состояние суставного рецепторного аппарата черепах.— В кн.: Нервный аппарат суставов в норме и при действии экстремальных факторов.— Воронеж, 1978, с. 58—61.

Ильєнко М. М. Вплив зміни навантаження на інтраорганну іннервацію суглобів собаки.— Допов. АН УРСР. Сер. Б., 1971, № 9, с. 841—843.

Макаров В. В. Состояние рецепторного нервного аппарата крупных суставов конечностей крыс при экспериментальной гипокинезии.— В кн.: Нервный аппарат суставов в норме и при действии экстремальных факторов.— Воронеж, 1978, с. 65—72.

Оганесян Т. Г. Функциональные изменения иннервации синовиальной оболочки коленного сустава, особенно ее ворсин в нормальных условиях.— Архив анат., гистол. и эмбриол., 1952, № 6, с. 60—67.

Приходько А. Н. К вопросу о состоянии интраорганного нервного аппарата крупных суставов конечностей крыс при повышенных функицональных нагрузках в эксперименте.— В кн.: Нервный аппарат суставов в норме и при действии экстремальных факторов.— Воронеж, 1978, с. 73—75.

Федоров В. П., Гайдамакин Н. А., Петрухин С. В., Углова Н. Н. Состояние суставного нервного аппарата крыс при сочетанном воздействии гипокинезии и гипертермии.— В кн.: Нервный аппарат суставов в норме и при действии экстремальных факторов. Воронеж, 1978, с. 75—83.

Polaček P. Morfologické změny v kloubni inervaci za pokusnych podmínek funkčnich i patologickych u laboratornich zvířat.— Acta chir., orthop. et traumatol. čs., 1956, 23, N 6, S. 286—292.

Институт зоологии
АН УССР

Поступила в редакцию
9.X 1979 г.

УДК 598.617:(591.483:591.471.375)

В. Ф. Сыч

СЕГМЕНТНАЯ СТРУКТУРА ПЛЕЧЕВОГО СПЛЕТЕНИЯ НЕКОТОРЫХ GALLIFORMES

Морфологии и источникам формирования плечевого нервного сплетения (plexus brachialis neuralis) птиц, производными которого являются нервы плечевого пояса и свободной грудной конечности, посвящен ряд работ (Fürbringer, 1888; Абашидзе, 1961; Канатова, 1950; Бобин, 1958; Buchholz, 1960; Юдичев, 1967; Кахиани и др., 1970; Гаджиев, 1970; Барабанщикова, 1971; Канделаки, 1977 и др.). Авторами приведены данные об исходных спинномозговых сегментах, принимающих участие в образовании плечевого сплетения, о топографии и анатомических особенностях последнего, а также о формировании и отхождении его нервов у представителей различных классов позвоночных.

Особой фундаментальностью отличается работа М. Фюрбрингера, в которой описана морфология плечевого сплетения у отдельных представителей всех отрядов птиц. Автор считает, что количество и толщина исходных сегментов сплетения обусловлены особенностями строения крыла и прежде всего его мускулатуры. Вместе с тем, Фюрбрингер отрицает существование какой-либо связи между степенью развития указанных признаков и систематическим положением видов. Автор впервые